

"Verfahren und Vorrichtung zum Eindüsen von  
Sauerstoff mit radialer Katalysatordurchströmung"

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen radialer Durchströmung des Gasgemisches durch eine Katalysatorpackung.

Es gibt eine Reihe von katalytischen Verfahren, bei denen in einem Reaktor dem behandelnden Gas zusätzlich Sauerstoff zugeführt wird, etwa bei der sogenannten Oxidehydrierung von Propan oder Butan, wobei der Sauerstoff in den Oxidehydrierungsreaktoren dem einströmenden Gas vor dem Eintritt in den Katalysator beigemischt wird. Es hat sich gezeigt, daß insbesondere die unregelmäßige Durchmischung des in den Katalysator einströmenden Gases mit Sauerstoff zu unbefriedigenden Ergebnissen führt, sei es, daß es z.B. zur Rußbildung oberhalb des Katalysators kommt oder zur unzureichenden Wertstoffausbeute, etwa der Ausbeute an Propylen.

Hier setzt die Erfindung an, deren Aufgabe es ist, die Ein- und Durchmischung des Sauerstoffes vor dem Eintritt in den Katalysator insbesondere für Oxidehydrierungsverfahren deutlich zu verbessern.

Mit einem Verfahren der eingangs bezeichneten Art wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung dadurch gelöst, daß der Sauerstoff in Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf einem Ringverteilersystem zugeführt wird und aus einer Vielzahl von Austrittsöffnungen im Ringverteiler in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel auf die Katalysatoroberfläche gedüst wird.

Es hat sich gezeigt, daß durch diese Verfahrensweise eine Durchmischung innerhalb sehr kurzer Zeit  $< 100$  ms erreicht wird, so daß die Reaktionszeit in Zonen mit überstöchiometrischen Sauerstoffkonzentrationen und die nicht katalytischen Reaktionen minimiert werden. Da die Vermischung im freien Raum stattfindet und die sauerstoffreiche Mischung keinen Kontakt mit Wänden bzw. dem Katalysator hat, wird die Schädigung von Werkstoffen durch den eingedüsten Sauerstoff minimiert.

Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Je nach Konstruktion des Reaktors kann es zweckmäßig sein, die Eindüsung des Sauerstoffes aus einer zylindrischen Ebene im Inneren des Katalysatorbettes in Richtung auf die Reaktorwand vorzunehmen. Dabei kann nach der erfindungsgemäßen Verfahrensweise die Eindüsung mittels einer Mehrzahl von einer zylindrischen inneren Axialebene bildenden parallelen Rohren mit den Austrittsöffnungen versehen.

Eine besonders zweckmäßige Ausgestaltung besteht nach der Erfindung darin, daß die Eindüsung des Sauerstoffes in einer zylindrischen Axialebene etwa 50 bis 300 mm vor der zylindrischen Innenwand des Katalysatorbettes erfolgt, die eine Sauerstoffverweilzeit von  $\leq 1$  Sekunde im Raum vor dem Katalysatorbett sicherstellt. Die Verweilzeit kann dabei 100 ms, vorzugsweise  $\leq 15$  ms betragen.

Zur Lösung der gestellten Aufgabe sieht die Erfindung auch eine Vorrichtung vor, die sich auszeichnet durch einen Ringverteiler mit einer Mehrzahl von einer inneren zylindrischen Ebene bildenden, mit Austrittsöffnungen versehenen Rohren vor der zylindrischen Innenfläche des Katalysator-

bettes, wobei die Austrittsöffnungen zur Abgabe des Sauerstoffes in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel auf die Katalysatorzylinderfläche ausgebildet sind.

In vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, daß die Gasaustrittsöffnungen in wechselnder Folge zu benachbarten Austrittsöffnungen eines benachbarten Ringrohres ausgerichtet sind, wobei benachbarte Gasaustrittsöffnungen unterschiedliche Strömungsaustrittsrichtungen aufweisen können.

Eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß die Gasaustrittsöffnungen als Bohrungen oder Düsen ausgebildet sind.

Zum Stand der Technik seien an dieser Stelle einige Literaturstellen erwähnt. So DE-43 33 372-A, die ein Herstellungsverfahren von Olefinen aus Methan enthaltenen Gasmischungen offenbart, die DE-32 40 089-A oder die US-5 935 489, die ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Synthesegasherstellung mit partieller Oxidation zeigt oder die US-Patentschriften 2 518 583, 2 809 981 oder 2 954 281. Der US-2 584 391 ist die Eindüsung eines Reaktanden in von der Senkrechten abweichenden Richtungen zu entnehmen, um einen effektiveren Kontakt zwischen festen und gasförmigen Partikeln in einem fluidisierten Bett eines Reaktors zu erreichen. Zum weiteren Stand der Technik können auch noch die US-2 632 692, US-3 208 833, die GB-2 065 492-A oder die EP-0 364 664-B genannt werden.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aufgrund der nachfolgenden Beschreibung sowie anhand der Zeichnung. Diese zeigt in

Fig. 1 eine stark vereinfachte Darstellung einer Vorrichtung nach der Erfindung,

Fig. 2 eine Detailvergrößerung im Bereich des Katalysators mit angedeuteter Gaszuströmung sowie in

Fig. 3 einen Querschnitt durch den Reaktor im Bereich des Katalysators.

Der in Fig. 1 im Schnitt schematisch dargestellte, allgemein mit 1 bezeichnete Oxireaktor weist ein Gaseintrittsrohr 2 auf, das einen Katalysator 3 zentrisch bis zu einer oberen Abdeckung 10 durchsetzt, wobei im oberen Bereich des Reaktors 1 ein Gasdom 4 ausgebildet ist. Im Gasdom 4 ist ein Ringverteiler 5 für Sauerstoff in Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf vorgesehen, wobei dieses Ringrohr 5 mit einer Mehrzahl von mit Austrittsöffnungen 6 ausgestatteten, senkrecht nach unten weisenden Rohren 7 ausgerüstet ist. Die Austrittsöffnungen 6 sind so angeordnet, daß der jeweilige Gasstrahl in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel auf die zylindrische innere Katalysatoroberfläche auftrifft, was in den Fig. 2 und 3 durch kleine Pfeile dargestellt ist.

In Fig. 1 ist der  $O_2$ - bzw. Gaseintritt in den Ringverteiler 5 durch Pfeile 8 angedeutet, der Gasaustritt aus dem Reaktor mit einem Pfeil 9.

Der Strömungsweg des den Reaktor durchströmenden Gases mit dem zusätzlichen Sauerstoff ist in Fig. 2 mit einem gestrichelten Pfeil 11 angedeutet.

Natürlich ist das beschriebene Ausführungsbeispiel der Erfindung noch in vielfacher Hinsicht abzuändern, ohne den

Grundgedanken zu verlassen, insbesondere können die Aufttrittswinkel je nach Bauart des Reaktors auch in anderer als der dargestellten Weise gewählt werden. Auch kann es in bestimmten Einsatzfällen zweckmäßig sein, die Durchströmung der Katalysatorpackung von außen nach innen vorzusehen. Dies wird zwar bei Oxireaktionen wegen der Volumenzunahme nicht immer benötigt, kann aber in einigen Fällen dennoch von Vorteil sein (hohe Raumgeschwindigkeiten) wegen Nebenproduktbildung od. dgl.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen radialer Durchströmung des Gasgemisches durch eine Katalysatorpackung, dadurch gekennzeichnet, daß der Sauerstoff in Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf einem Ringverteilersystem zugeführt wird und aus einer Vielzahl von Austrittsöffnungen im Ringverteilersystem in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel auf die Katalysatoroberfläche aufgedüst wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindüsung des Sauerstoffes aus einer zylindrischen Ebene im Inneren des Katalysatorbettes in Richtung auf die Reaktorwand vorgenommen wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindüsung mittels einer Mehrzahl von eine zylindrische innere Axialebene bildenden parallelen Rohren mit den Austrittsöffnungen vorgenommen wird.
4. Verfahren nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Eindüsung des Sauerstoffes in einer zylindrischen Axialebene etwa 50 bis 300 mm vor der zylindrischen Innenwand des Katalysatorbettes erfolgt, die eine Sauerstoffverweilzeit von  $\leq 1$  Sekunde im Raum vor dem Katalysatorbett sicherstellt.

5. Vorrichtung zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen radialer Durchströmung des Gasgemisches durch eine Katalysatorpackung, insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch einen Ringverteiler mit einer Mehrzahl von eine innere zylindrische Ebene bildenden, mit Austrittsöffnungen (6) versehenen Rohren (7) vor der zylindrischen Innenfläche des Katalysatorbettes, wobei die Austrittsöffnungen (6) zur Abgabe des Sauerstoffes in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel auf die zylindrische Katalysatoroberfläche ausgerichtet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasaustrittsöffnungen (6) in wechselnder Folge zu benachbarten Austrittsöffnungen eines benachbarten Ringrohres ausgerichtet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß benachbarte Gasaustrittsöffnungen (6) unterschiedliche Strömungsaustrittsrichtungen aufweisen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder einem der folgenden, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasaustrittsöffnungen (6) als Bohrungen oder Düsen ausgebildet sind.

Zusammenfassung:

Mit einem Verfahren und einer Vorrichtung zum Eindüsen von Sauerstoff in einen Synthesereaktor, beispielsweise zur Oxidehydrierung, mit im wesentlichen radialer Durchströmung des Gasgemisches durch eine Katalysatorpackung, soll die Ein- und Durchmischung des Sauerstoffes vor dem Eintritt in den Katalysator insbesondere für Oxidehydrierungsverfahren deutlich verbessert werden.

Dies wird dadurch erreicht, daß der Sauerstoff in Reinform, als Luft oder vermischt mit Inertgas oder Wasserdampf einem Ringverteilersystem zugeführt wird und aus einer Vielzahl von Austrittsöffnungen im Ringverteilersystem in einem von der Senkrechten abweichenden Winkel auf die Katalysatoroberfläche gedüst wird.

Hierzu zu veröffentlichende Zeichnung: Fig. 2.

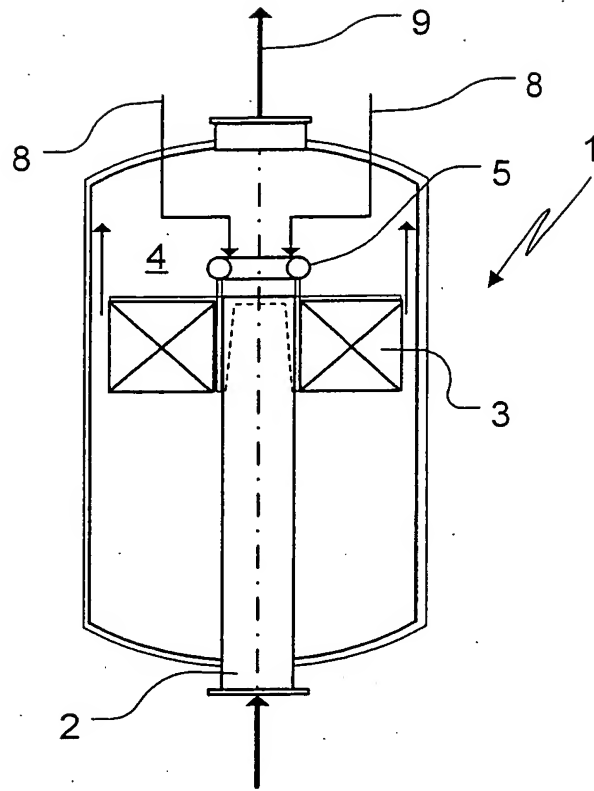


Fig. 1

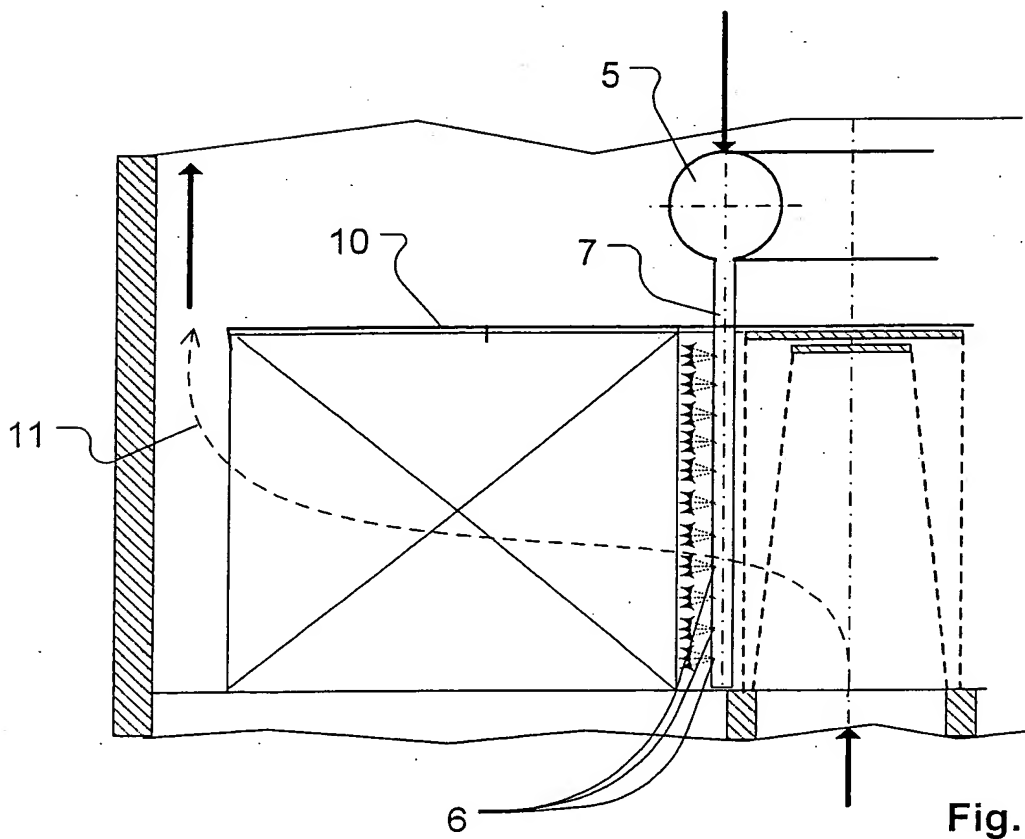
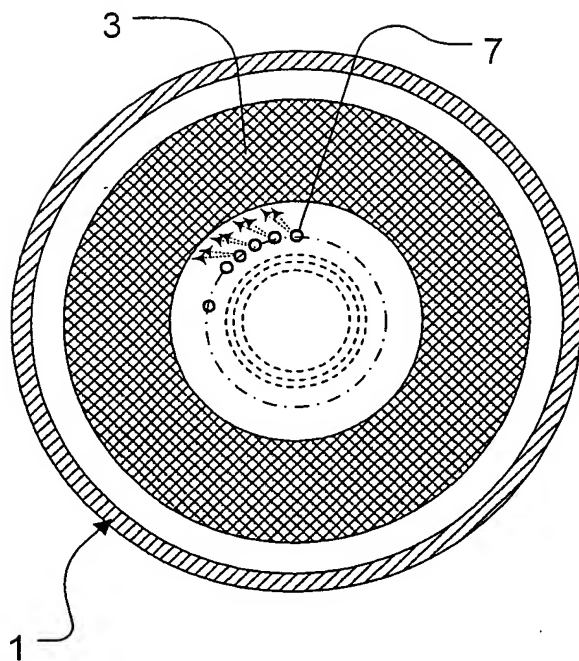


Fig. 2



**Fig. 3**